Argumente gegen den anthropogenen Treibhauseffekt und ihre Widerlegung

Im Folgenden werden die Hauptargumente gegen den anthropogenen Anteil des Treibhauseffektes dargestellt und widerlegt, bzw. ein den korrekten Kontext gestellt. Die Vertreter dieser Argumente werden häufig als Klimaskeptiker, Klimafolgenleugner oder einfach Klimaleugner bezeichnet. Dies ist etwas unglücklich, da man Klima nicht leugnen oder ihm skeptisch gegenüberstehen kann. Auch ist die Motivation so unterschiedlich, dass eine gemeinsame Bezeichnung sehr einengend ist. Die Bandbreite der Aussagen reicht dabei von schlichten Irrtümern bis hin zu vorsätzlichen Falschaussagen. Einige Punkte sind leicht zu widerlegen, andere erfordern eine tiefere Beschäftigung mit den zugrundeliegenden Theorien. Interessanterweise ist einer der zentralen (nichtwissenschaftlichen) Vorwürfe der Klimafolgenleugner, dass nämlich das Thema von den Wissenschaftlern gehypt wird, um sich auch weiterhin die Forschungsmittel zu sichern genau im Gegenteil richtig. Die von den Klimafolgenleugnern immer wieder geschürten Zweifel machen es im Gegenteil leichter weitere Forschungsmittel zu begründen.

Die Frage, ob es sich überhaupt lohnt, sich mit, wie im Weiteren gezeigt, so offensichtlich falschen Theorien auseinanderzusetzen, muss aber uneingeschränkt mit ja beantwortet werden. Die meisten der sehr aktiven Klimaleugner haben keinerlei wissenschaftliche Ausbildung, widmen aber einen Großteil ihrer Zeit der Beeinflussung der Öffentlichkeit und zum Teil auch ganz direkt der Beeinflussung von Lehrern im naturwissenschaftlichen Bereich. Diesen falschen Aussagen immer wieder entgegenzutreten ist, auch wenn es ermüdend ist, eine wichtige gesellschaftliche Aufgabe, der sich aktive Wissenschaftler auch zu stellen haben. Manchmal ist das schwierig, wenn Schaubilder und Diagramme ohne Quellenangaben gezeigt werden. Manchmal stellt sich dann heraus, dass die Daten komplett erfunden wurden, gegebenenfalls reicht aber auch schon die Abänderung der Legende eines Schaubilds um einen völlig falschen Eindruck zu erwecken. Wir müssen uns der mühsamen Aufgabe, solchen Verfälschungen und Lügen entgegenzutreten und auch in der Öffentlichkeit zu agieren, trotzdem stellen. Zu lange wurde dieses Feld den Klimaskeptikern überlassen, da wir uns auf den Standpunkt zurückgezogen haben, dass ja 97% der Wissenschaftler auf unserer Seite seien. Die notwendigen Zusammenhänge allgemeinverständlich darzustellen erfordert auch die Auseinandersetzung mit den Argumenten der Klimaleugner. Die folgenden Abschnitte widmen sich dieser Aufgabe.

Vor der eigentlichen Diskussion der Argumente und ihrer Widerlegung, muss eine Taktik erwähnt werden, die immer wieder zum Einsatz kommt. Von Seiten der Klimaleugner werden Modelle, die angeblich von Klimaforschern aufgestellt wurden, aufwändig widerlegt, was auch gar nicht schwer fällt, da diese Modelle meistens von den Klimaleugners selbst aufgestellt wurden, oder aber einen alten, längst überwundenen Wissensstand darstellen.

2.9.1 Geringe CO_2 Konzentration in der Atmosphäre

Oft wird argumentiert, dass die 400 ppm CO_2 ja nur einen Beitrag von 0.04% an allen Gasen in der Atmosphäre liefert, der Anstieg vom vorindustriellen Wert von 250 ppm also nur eine Änderung von 0.015% darstellt. Im Anschluss an diese (richtige) Feststellung wird dann (falscherweise) geschlossen, dass der Einfluss des Kohlendioxids am Treibhauseffekt unbedeutend ist.

Betrachten wir dazu alle Gase, die sich in der Atmosphäre befinden. In erster Linie besteht die Atmosphäre zu 78.1% aus molekularem Stickstoff (N_2) und zu 20.1% aus molekularem Sauerstoff (O_2). Bei beiden Gasen handelt es sich um homoatomare zweiatomige Moleküle, die nicht infrarotaktiv sind, das heißt, die infrarote Strahlung gar nicht absorbieren können und

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

somit nichts zum Treibhauseffekt (weder dem natürlichen, als auch dem antropogenen) beitragen können. Die dritthäufigste Komponente ist das Argon (Ar), das als einatomiges Gas ebenfalls nicht infrarotaktiv ist, mit 0.9%. Von den in der Atmosphäre befindlichen Gasen, können also 99.9% gar nicht zum Treibhauseffekt beitragen. Von den verbleibenden 0.1% infrarotaktiver Gase (die wegen ihres geringen Gehalts auch als Spurengase bezeichnet werden), ist also relativ gesehen knapp die Hälfte CO_2. Oder anders ausgedrückt: Der vorindustrielle Wert von 280 ppm stellte 28% der klimaaktiven Gase in der Atmosphäre dar. Diesen haben wir durch industrielle Aktivitäten auf 40% erhöht. Somit ist klar, warum auch ein geringer (absoluter) Anteil einen großen Einfluss auf den natürlichen und den anthropogenen Treibhauseffekt hat. Der Anteil von Wasser in der Atmosphäre wurde in dieser Abschätzung nicht berücksichtigt. Er wird in Abschnitten 2.9.4 Der Einfluss der IR Absorption von H_2O ist viel größer als der von CO_2) und 2.9.5 Der Einfluss von H_2O auf den Treibhauseffekt ist viel größer als der von CO_2) behandelt.

2.9.2 Der CO_2 Anstieg folgt der Temperaturänderung

Dieses Argument bezieht sich auch die Frage, ob der Anstieg der CO_2 Konzentration die Ursache der Temperaturerhöhung sei, oder aber ihre Folge. Klimaskeptiker behaupten oft, dass der Anstieg der CO_2 Konzentration erdgeschichtlich immer zeitlich der Temperaturerhöhung folgte. Das ist so nicht richtig, sondern trifft nur auf die Eiszeitzyklen zu, die den Milanković - Zyklen folgen. Diese Zyklen beschreiben eine periodisch veränderliche Einstrahlung der Sonne, die über zufällige kurzfristige Variationen hinausgeht. Der Grund hierfür sind periodische Änderungen der Bahnparameter der Sonne:

1. Änderung der Exzentrizität mit Perioden von 95.000, 128.000 und 400.000 Jahren.
2. Präzession der Erdachse mit Perioden von 19.000 bzw. 22.000 und 24.000 Jahren.
3. Die Neigung der Erdachse gegenüber einer Senkrechten zur Erdbahnebene (Obliquität) mit einer Periode von 41.000 Jahren.

Abbildung 1 zeigt die Definition von Exzentrizität, Präzession und Obliquität der Erdbahn. Unter Exzentrizität versteht man das Verhältnis der beiden Halbachsen der elliptischen Bahn auf der sich die Erde um die Sonne bewegt und beschreibt somit, wie stark die ellipsenförmige Umlaufbahn von einer kreisförmigen Bahn abweicht. Bei der Präzession eines Kreisels bleibt die Richtung der Kreiselachse im Raum nicht erhalten. Die Drehachse bewegt sich dabei auf einem Kegelmantel. Auch die Schiefe der Drehachse (Obliquität) gegen die Senkrechte auf die Erdbahnebene (Ekliptik) ändert sich mit der Zeit. Durch alle diese Parameter ändert sich sowohl die eingestrahlte Leistung, als auch der Auftreffwinkel der solaren Strahlung und hat dadurch natürlich auch Einfluss auf das Klima.

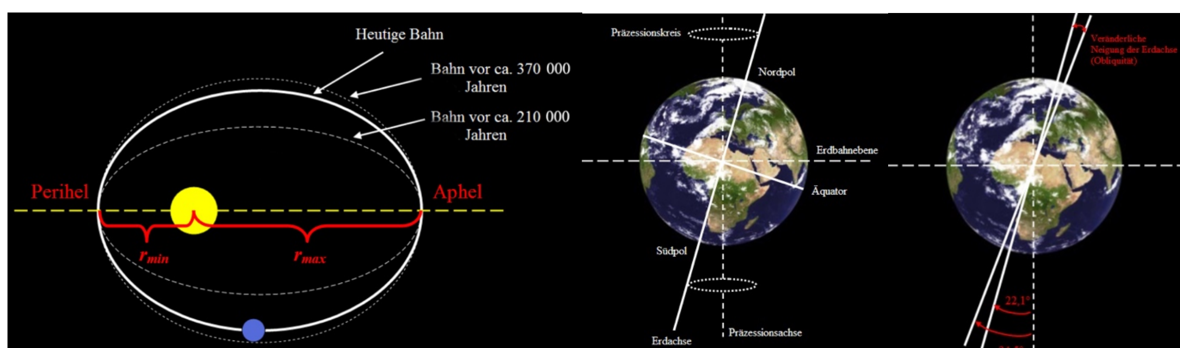


Abbildung 1: Exzentrizität, Präzession und Obliquität

Wenn Minima und Maxima der periodischen Variationen aufeinandertreffen, dann können sie sich verstärken. Abbildung 2 zeigt den Verlauf der einzelnen Zyklen (Exzentrizität, Präzession

und Obliquität) im Verlauf der letzten Million Jahre. Die resultierende Variation der solaren Einstrahlung bei 65° nördlicher Breite im Sommer ist in der untersten Spur von Abbildung 2 gezeigt.

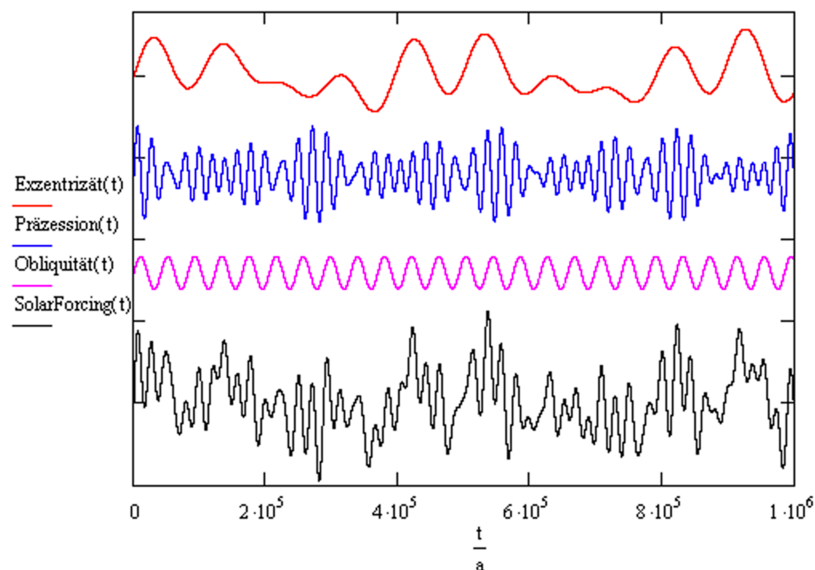


Abbildung 2: Diagramm der Milanković-Zyklen für die letzte 1 Million Jahre in der Reihenfolge Exzentrizität, Präzession und Obliquität.

Die geänderte Sonneneinstrahlung wirkt direkt auf die Temperaturänderung. Mit einer gewissen Verzögerung (etwa 800 Jahre) steigt das CO_2 an. Diese ansteigende CO_2 Konzentration erhöht dann im weiteren Verlauf durch positive Rückkopplung den Temperaturzuwachs.

2.9.3 Die Infrarotbanden des CO_2 sind bereits gesättigt

Ein Hauptargument gegen die Klimasensitivität von CO_2 ist, dass die IR Absorption von CO_2 bei der Konzentration in der Atmosphäre (350 ppm) bereits vollständig gesättigt ist, das heißt, das zusätzliches CO_2 gar keinen Einfluss mehr auf die Absorption hat. Diese Messungen gehen bereits auf das Jahr 1900 (Knut Ångström) zurück, der damit eine Veröffentlichung von Svante Arrhenius[i] widerlegen wollte.

350 ppm CO_2 in der Atmosphäre entsprechen etwa einer Weglänge von 300 cm von reinem CO_2. Als Ångström die CO_2 Menge drittelte nahm die Absorption praktisch nicht ab (Sättigung). Ångström verwarf daraufhin die Vermutung von Svante Arrhenius[i], dass CO_2 substantiell zum Treibhauseffekt beiträgt. Diese Meinung blieb 50 Jahre bestehen! Viel zu dem Missverständnis der Sättigung trug die Bezeichnung „Treibhauseffekt" bei. Diese impliziert eine Schicht, die insgesamt Strahlung absorbiert oder transmittiert und hierbei als Einheit wirkt (wie die Scheiben eines Treibhauses). In Wirklichkeit ist der Prozess komplizierter.

Vom Erdboden wird IR Strahlung emittiert und in einer Schicht in der Höhe z mit der Dicke Δz absorbiert. Von hier aus emittieren die infrarot schwingungsangeregten Moleküle in alle möglichen Richtungen. Wir betrachten im Folgenden nur zwei Richtungen: nach oben und nach unten.

Die nach unten gerichtete IR-Strahlung erwärmt den Erdboden (oder die darunterliegende Schicht). Nach oben gerichtete Strahlung erwärmt die darüber liegende Schicht, von wo der Prozess bis zum Rand der Atmosphäre weitergeht. Da die Dichte der Atmosphäre nach oben

abnimmt, ist irgendwann so wenig CO_2 (oder ein anderes IR-aktives Gas) vorhanden, dass die Wärmestrahlung schließlich in den Weltraum entweichen kann. In diesem Bereich der hohen Atmosphäre ist der CO_2 Gehalt so gering, dass keinerlei Sättigung auftritt. Eine Erhöhung des CO_2 Gehalts führt also zu einer Verschiebung der Schicht ab der die Strahlung in den Weltraum entweicht, zu größeren Höhen. In diesen Höhen ist aber die Temperatur niedriger und die Wärmeabstrahlung deshalb geringer (Stefan-Boltzman-Gesetz). Die Atmosphäre nimmt in diesem Zustand mehr Energie auf, als sie abstrahlt (Ist-Zustand). Die höchsten Schichten strahlen auch nach unten, so dass sie sukzessive die niedrigeren Schichten erwärmen. Es wird sich ein neues Gleichgewicht einstellen, bei dem die hohen Schichten sich so weit erwärmt haben, dass sie die Differenz der Wärmemenge nach oben abstrahlen können. Eventuelle Sättigungseffekte in niedrigen Atmosphärenschichten (hohe CO_2 Konzentrationen) spielen also keine Rolle!

Aber ist denn das CO_2 IR Spektrum denn tatsächlich gesättigt?

Abbildung 3 zeigt das Infrarotspektrum von CO_2. Die Bande mit der größten Klimasensitivität ist die Knickschwingung bei 650 cm^{-1}. Reziproke Zentimeter („Wellenzahlen", cm^{-1}) sind eine gängige zur Energie eines Übergangs proportionale Einheit in der Spektroskopie. Die Wellenzahl $\tilde{\nu}$ [cm^{-1}] stellt die Anzahl an Schwingungen in einem Längenintervall von 1 cm dar. In der Infrarotspektroskopie wird häufig die Wellenlänge λ (in µm) zur Charakterisierung von Schwingungsübergängen verwendet. Diese lassen sich gemäß $\lambda(\mu\text{m}) = 10.0000/\tilde{\nu}(\text{cm}^{-1})$ umrechnen. Die klimarelevante Knickschwingung des CO_2 ist bei 668 cm^{-1} (15 µm) lokalisiert. Die asymmetrische Streckschwingung bei 2.350 cm^{-1} (4.3 µm) trägt nur wenig zum Treibhauseffekt bei. Die 4.3 µm Bande liegt ganz in der kurzwelligen Flanke der infraroten Emissionskurve, während die 15 µm Bande fast im Zentrum liegt. Daher schließt die 15 µm Bande das atmosphärische Fenster für IR Strahlung effizienter, trotz ihrer geringeren Intensität.

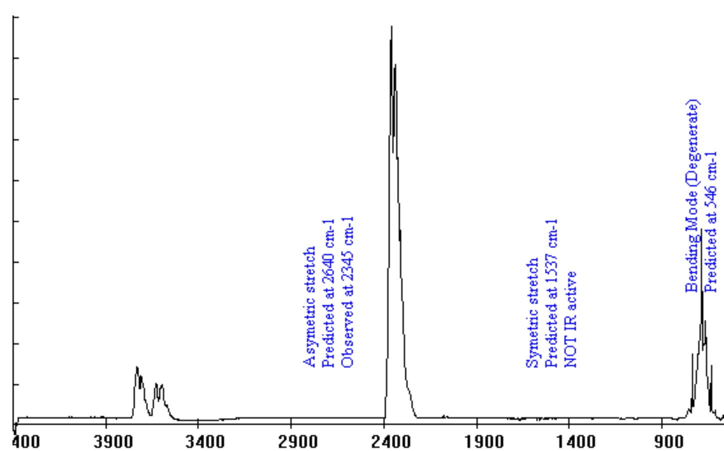


Abbildung 3: FT-IR Spektrum von CO_2 im Bereich von 700 bis 4400 cm^{-1}.

Abbildung 4 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt aus dem CO_2-Spektrum im Bereich der 15 µm Bande. Achtung, die Ordinate ist in diesem Spektrum logarithmisch dargestellt. Der rot eingefärbte Bereich zeigt den spektralen Bereich, der bei der gegenwärtigen CO_2 Konzentration gesättigt ist. Im Vergleich dazu zeigt Abbildung 5 die zusätzliche Absorption, die bei einer Vervierfachung der CO_2 Konzentration hinzukommt. In den Linienflügeln ist die 15 µm Absorption des CO_2 also noch lange nicht gesättigt. Dies wird auch klar, wenn man Abbildung 6 betrachtet. Hier ist das Differenzspektrum in den Linienflügeln der 15 µm Bande bei Verdopplung der CO_2 Konzentration gezeigt.

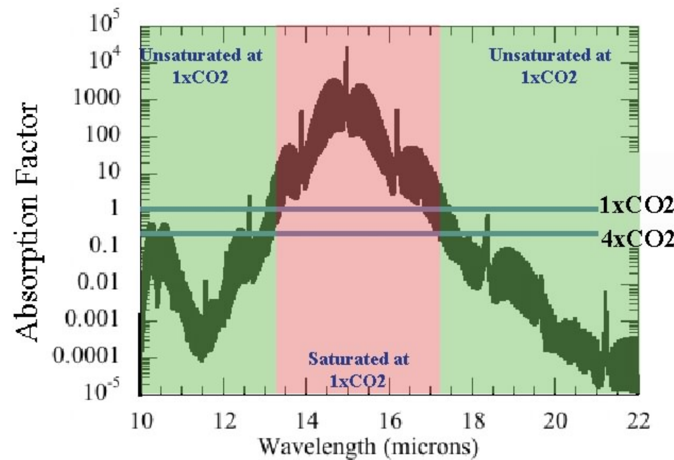


Abbildung 4: Absorption in der 15 µm Bande des CO_2 bei Vervierfachung der CO_2 Konzentration. Quelle: [ii]

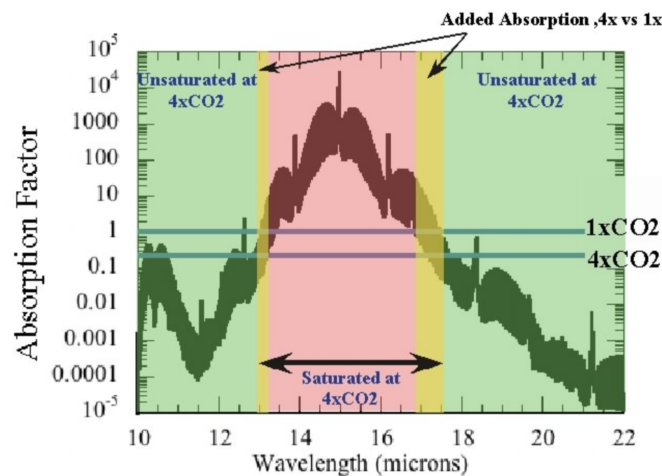


Abbildung 5: Zusätzliche Absorption in der 15 µm Bande des CO_2, bei Vervierfachung der CO_2 Konzentration.

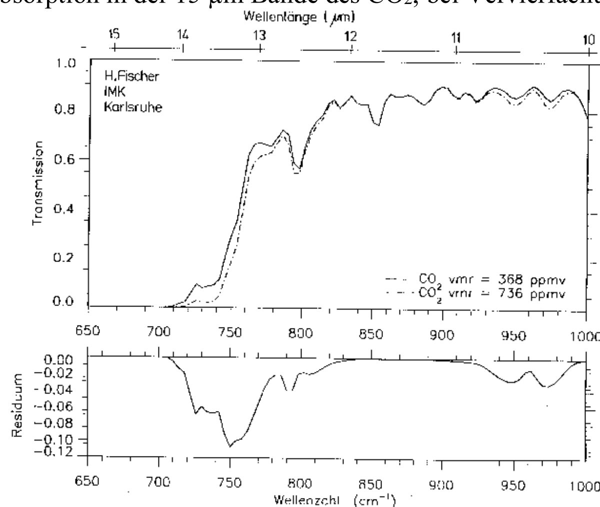


Abbildung 6: Sättigungseffekte in den Linienflügeln der 15 µm Bande des CO_2 bei Verdopplung der Konzentration von 368 auf 736 ppmV. Quelle: Ref. [iii].

Eine sehr schöne (und unterhaltsame) Zusammenfassung der Sättigungsargumente ist unter http://www.realclimate.org/index.php/archives/2007/06/a-saturated-gassy-argument zu finden. Hier wird auch dargelegt, wie Radarmessungen der US Air Force, in großer Höhe, in den 40er Jahren des letzten Jahrhunderts, zum Verständnis des Treibhauseffekts beitrugen.

2.9.4 Der Einfluss der IR Absorption von H_2O ist viel größer als der von CO_2

Dieses Argument beruht auf demselben Irrtum wie unter Abschnitt 2.9.3 beschrieben. Man darf nicht die ganze Gassäule der Atmosphäre als Einheit behandeln. In großer Höhe ist die Temperatur sehr niedrig und die Luft entsprechend trocken. Somit trägt dort der Wasserdampf dort, wo die Wärmestrahlung in den Weltraum entweicht, praktisch nicht zur weiteren IR Absorption bei.

Außerdem muss der diskrete Charakter des Wasser und es Kohlendioxid Spektrums berücksichtigt werden. Hochaufgelöste Messungen (HITRAN database (**hi**gh-resolution **trans**mission molecular absorption http://www.cfa.harvard.edu/hitran// http://hitran.iao.ru/home) zeigen, dass die IR Absorptionen des Wasserdampfs aus vielen sehr eng zusammenliegenden Spektrallinien bestehen. Zwischen diesen Linien ist die Absorption Null und dort liegende CO_2 Banden tragen dort fast alleine zur Absorption bei. Während in den unteren Atmosphärenschichten durch Druckverbreiterung der Rotationsschwingungsübergänge dieser Effekt noch klein ist, nimmt er in großer Höhe durch den abnehmenden Druck naturgemäß zu.

Trotzdem ist das Argument völlig richtig: Der Effekt von Wasserdampf auf die Temperatur durch den Treibhauseffekt ist größer, als der des Kohlendioxids. Während aber Kohlendioxid unter den Bedingungen in der Atmosphäre eine große Verweilzeit hat und immer gasförmig ist, ist der Anteil von gasförmigem Wasser sehr stark von der Temperatur abhängig. Die Kreisläufe des Wassers zwischen Luft, Meeren und Festland variieren den lokalen Wassergehalt innerhalb von Tagen. Vereinfacht könnte man sagen, dass Wasser das eigentliche Treibhausgas ist, weil es für den überwiegenden Anteil der Temperatursteigerung verantwortlich ist. Das CO_2 bedingt nur geringe Temperatursteigerungen. Diese führen aber zu einer weiteren (geringen) Erwärmung, die weiteres (flüssiges) Wasser verdampft und somit den Treibhauseffekt verstärkt. Die geringe Konzentration an Kohlendioxid stellt somit den Kontrollknopf dar, der bestimmt, wie stark das Treibhausgas Wasser zur Erwärmung beiträgt.

2.9.5 Der Einfluss von H_2O auf den Treibhauseffekt ist viel größer als der von CO_2

Dieses Argument ähnelt der vorigen, bezieht sich aber meistens auf Tabellen, die den Anteil der Spurengase am Treibhauseffekt darstellen, wie z.B. Tabelle 1. Diese Tabelle zeigt aber den Anteil am **natürlichen** Treibhauseffekt, zu dem CO_2 „nur" 21% beiträgt. Für die Klimadiskussion ist aber der Anteil der Spurengase am **anthropogenen** Treibhauseffekt entscheidend. Und hier überwiegt das CO_2 mit etwa 50% gefolgt vom Methan mit 20% (Tabelle 2).

	H_2O	**CO_2**	**O_3**	**N_2O**	**CH_4**	**Rest**
ΔT_i in K; $\Sigma\Delta T_i = 33$ K	20.6	7.2	2.4	1.4	0.8	0.6
ΔT_i in %	62.4	21.4	7.3	4.3	2.4	1.8

Tabelle 1: Relative und absolute Beiträge der Spurengase zum Treibhauseffekt

	CO_2	**CH_4**	**FCKW**	**O_3**	**N_2O**	**Rest**	**Summe**
Temperaturbeitrag ΔT_i in K* (gegenwärtig)	0.35	0.13	0.12	0.06	0.03	0.01	0.70
ΔT_i in %	50	19	17	8	4	2	100

Tabelle 2: Anteile der einzelnen Spurengase zum gegenwärtigen anthropogenen Treibhauseffekt

2.9.6 Das zusätzliche CO_2 in der Atmosphäre wirkt als Dünger und steigert das Pflanzenwachstum

Für C_4-Pflanzen (etwa 40% der Pflanzen auf der Erde) ist die photosynthetische Aktivität, gemessen durch die CO_2 Aufnahme bereits bei vorindustriellen CO_2 Konzentrationen gesättigt (vergleiche Abbildung 7).

Dies gilt allerdings nicht für C_3-Pflanzen und in der Tat kann in Gewächshäusern durch Begasung mit 600 ppm CO_2 bei optimaler Nährstoffversorgung eine Zunahme des Pflanzenwachstums erreicht werden. Genau diese optimale Nährstoffversorgung ist aber auch schon das Problem. Schon Justus Liebig hat gezeigt, dass der positive Effekt von Düngung beschränkt ist durch den geringsten Gehalt einer der Komponenten (Minimumprinzip). Somit kann in der Natur (Beschränkung des Angebots der anderen Nährstoffe) nicht alles zusätzliche CO_2 durch erhöhtes Pflanzenwachstum aufgenommen werden. Die immer wieder genannte Zahl von 95% C_3-Pflanzen bezieht sich auf die Anzahl der Arten, bezogen auf die Biomasse sind es 60%). Im Jahr 2010 wurde von der Biosphäre etwa doppelt so viel CO_2 aufgenommen wie 1960. Im selben Zeitraum wurde die Emission aber vervierfacht.[iv]

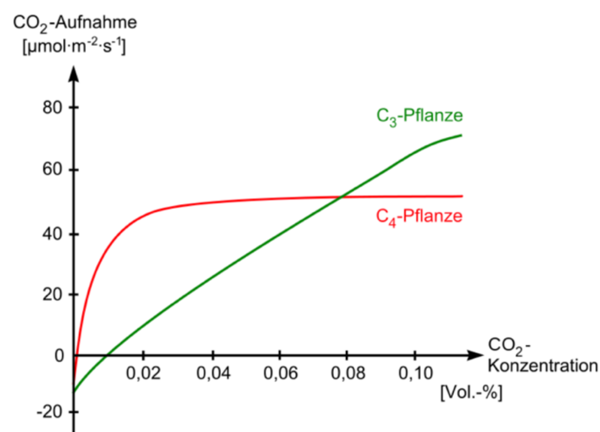


Abbildung 7: CO_2 Aufnahme von C_3 und C_4 Pflanzen in Abhängigkeit von der CO_2 Konzentration.

2.9.7 Der Treibhauseffekt steht im Widerspruch zum 2. Hauptsatz der Thermodynamik

Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik lässt sich knapp mit „Wärme fließt immer vom wärmeren zum kälteren Körper" zusammenfassen. Nun ist aber die Atmosphäre kälter als der Erdboden. Wie sollen die Treibhausgase (in der kalten Atmosphäre) den Erdboden (wärmer) erwärmen? Widerspricht das nicht der Aussage des 2. Hauptsatzes?
Hierfür muss der Gesamtenergiefluss der Sonne also bei Tag und bei Nacht betrachtet werden. Tagsüber wird die Erdoberfläche durch die solare Strahlung **und** den infraroten Strahlungsfluss aus der Atmosphäre erwärmt. Diesen Strahlungsfluss aus der Atmosphäre zum Erdboden bezeichnet man auch als Rückstrahlung. In der Nacht kühlt sich die wärmere Erdoberfläche beim Strahlungsaustausch mit der kälteren Atmosphäre zwar ab, jedoch wird dies bei einer durch zusätzliche Treibhausgase stärker absorbierenden Atmosphäre langsamer vor sich gehen. Dasselbe passiert bei bewölktem Himmel. Wer das nicht glaubt, möge ein einfaches Infrarotthermometer in einer klaren Sommernacht auf den „Himmel" richten. Je nach unterer Messgrenze des Geräts werden Strahlungstemperaturen von -80 °C gemessen. Bei bewölktem Nachthimmel steigt diese Temperatur auf -30° C an.

2.9.8 Es war in der Vergangenheit schon wärmer als heute

Meistens beziehen sich die Klimaleugner dabei auf die folgende Abbildung 8, die aus dem Lehrbuch von Schönwiese von 1995 entnommen wurde[v]. Die Originaldaten zu dieser (schematischen Abbildung stammen aus dem Artikel von Dansgaard in Science von 1969[vi].

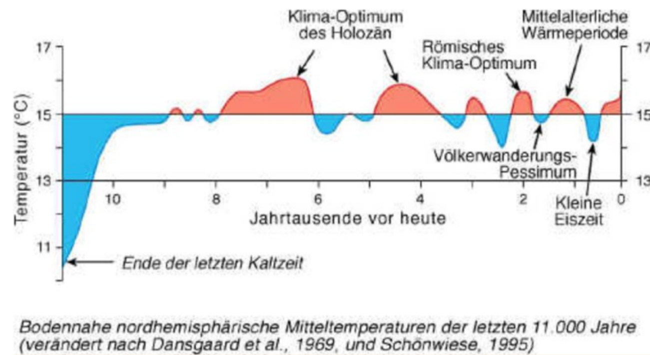


Abbildung 8: Abbildung zur Temperaturänderung in den letzten 11.000 Jahren aus dem Lehrbuch von Schönwiese.

Die Originaldaten wurden in
Abbildung 9 dargestellt, ich habe die Abbildung nur gedreht und vertikal gespiegelt, um sie direkter mit der Darstellung in Abbildung 8 vergleichbar zu machen.
Abbildung 9 zeigt die δ^{18}O Werte aus einem Eisbohrkern (*Greenland icesheet at Camp Century*), der 1966 gebohrt wurde. Wie in den vorherigen Kapiteln gezeigt, lässt sich aus dem δ^{18}O Wert die lokale Temperatur ableiten und aus der Tiefe der entsprechenden Eisschicht das Alter. Schönwiese hat für sein Lehrbuch eine Handskizze der Daten aus Referenz [vi] abgebildet, und die δ^{18}O Werte direkt in Temperaturänderungen umgerechnet. Bei der Interpretation der Unterschiede der Abbildung 8 und 9 ist der Zeitnullpunkt zu beachten! Da die Daten aus dem Eisbohrkern von 1966 stammen können sie nur Erwärmungseffekte bis in die 60er Jahre berücksichtigen. Der Großteil der anthropogenen Erwärmung fällt aber in die Jahrzehnte danach. Berücksichtigt man die Erwärmung NACH 1966, dann ist die Temperatur höher als zu jedem Zeitpunkt in den letzten 15.000 Jahren, also auch in den „Klimaoptima" des Holozäns in Abbildung 8. Ausserdem ist hier nur die lokale Temperatur am Greenland ice sheet dargestellt und nicht die (höhere) globale Durchschnittstemperatur.

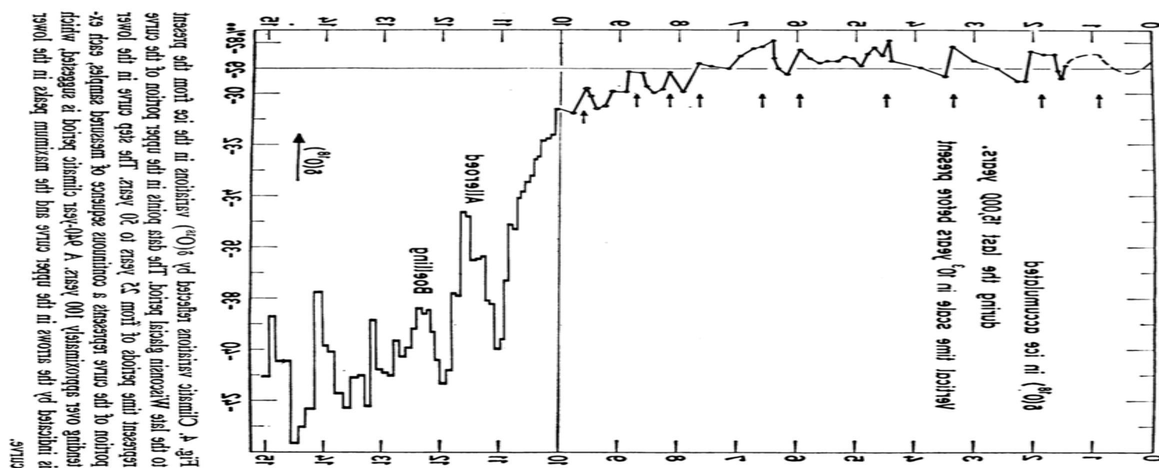


Abbildung 9: Gedrehte und gespiegelte Abbildung 4 aus Ref. [vi]. *Climatic variations reflected by 6(018) variations in the ice from the present to the late Wisconsin glacial period. The data points in the upper portion of the curve represent time periods of from 25 years to 50 years. The step curve in the lower portion of the curve represents a continuous sequence of measured samples, each ex- tending over approximately 100 years. A 940-year climatic period is suggested, which is indicated by the arrows in the upper curve and the maximum peaks in the lower curve.*

Abbildung 8 wird häufig von Klimaleugnern verwendet und ist auf den Seiten des Europäischen Instituts für Klima und Energie (EIKE) zu finden. Bei dieser Organisation handelt es sich nicht, wie der Name impliziert um ein wissenschaftliches Institut, sondern um eine politisch arbeitende Lobbyorganisation, die eng mit amerikanischen Klimaleugnern vernetzt ist.

Verantwortlicher Personen bei EIKE haben keinen Hintergrund als Klimaforscher und verbreiten eine Mischung aus Falschaussagen und Desinformation. So werden häufig Abbildungen aus wissenschaftlichen Publikationen in einen falschen Kontext gesetzt, siehe das Beispiel von oben.

Für die Frage, ob es in der Vergangenheit schon wärmer war ist außerdem in starkem Maße die Geschwindigkeit der Änderung von Belang. Die Lebewelt in diesen wärmeren Zeiten, mit zum Teil sogar höherem CO_2 Gehalt in der Atmosphäre, war im Zuge der evolutionären Entwicklung an die Bedingungen angepasst - und sie konnte sich anpassen. Das war möglich, weil die Veränderungen in der atmosphärischen Zusammensetzung in erheblich längeren Zeiträumen erfolgten. Die heutige Geschwindigkeit der Veränderungen in der Atmosphärenzusammensetzung hat es so zu keiner Zeit vorher gegeben. Und das stellt eines der gravierenden Probleme des heutigen Klimawandels dar. Die Änderungen der Parameter des Systems erfolgen so schnell, dass evolutionäre Anpassungen in der Lebewelt kaum noch möglich sind. In Konsequenz führen die veränderten Bedingungen zu Veränderungen in der geographischen Verbreitung von Arten (soweit das durch Wanderung möglich ist), zur Verdrängung und letzthin zum Aussterben von Arten. In solchem Maß, in so kurzer Zeit, dafür gibt es in der Erdgeschichte keine Parallele. Der rechte Teil in Abbildung 8 müsste eigentlich wie in der folgenden Abbildung 10 gezeigt, aussehen.



Abbildung 10: Ergänzung der schematischen Darstellung in Abbildung 41 um die Temperaturänderung zwischen 1966 und heute.

2.9.9 Andere Gründe für globale Temperaturänderungen sind wichtiger

Hier werden häufig kurzfristige Variationen der Sonneneinstrahlung genannt. Die Variation der Sonnenfleckenzahl korreliert mit der Sonnenaktivität und durchläuft einen 11-jährigen Zyklus, dem eine etwa 80-jährige Periode überlagert ist (Abbildung 11). Diese Variation der Einstrahlung der Sonne wird häufig von Klimaleugnern als Gegenargument zum Treibhauseffekt ins Feld geführt. Zu mindestens die kurzzeitige Periode korreliert jedoch nicht, wie in Abbildung 12 zu sehen, mit der Temperaturentwicklung.

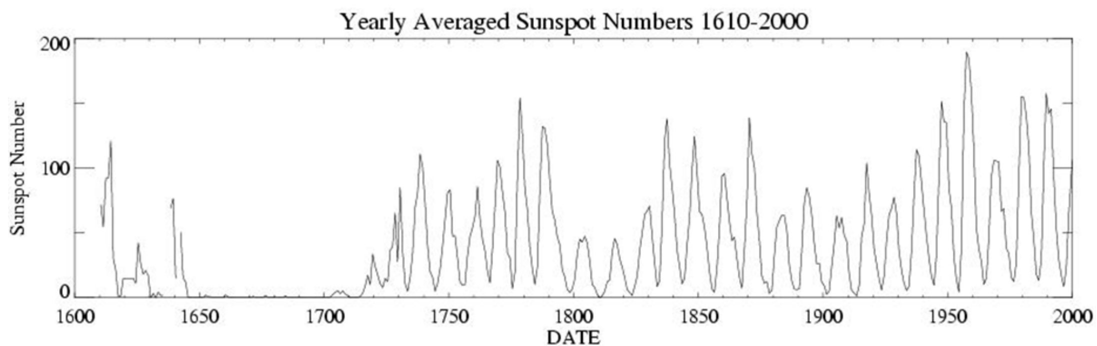


Abbildung 11: Anzahl der Sonnenflecken zwischen den Jahren 1600 und 2000.

In diesem Diagramm, das Stefan Rahmsdorf als Entgegnung auf eine bei Klimaleugnern beliebte Abbildung erstellt hat[vii], ist der Temperaturanstieg so skaliert, dass der Anstieg von 280 auf 380 ppm einer beobachten Temperaturerhöhung von 0.8 K entspricht. Gleichzeitig wurden in das Diagramm die Temperatureffekte der Sonnenaktivität eingearbeitet. Dieser Effekt wurde zu 0.05 K bei einer Sonnenfleckenperiode quantifiziert[viii].

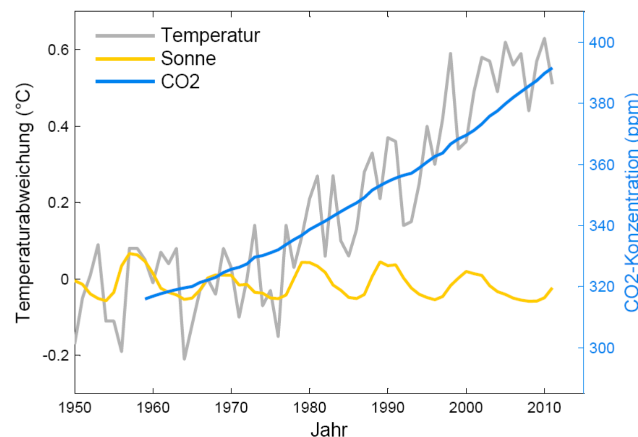


Abbildung 12: Vergleich der Temperaturentwicklung, der CO_2 Konzentration und der Sonnenaktivität. Quelle: Ref. vii.

Die Darstellung der Daten auf die Rahmsdorf sich in seiner Entgegnung bezieht, ist in Abbildung 13 zu sehen, zusammen mit einer Beschreibung, warum dieses Diagramm in der dargestellten Weise, die Wahrheit verfälscht.

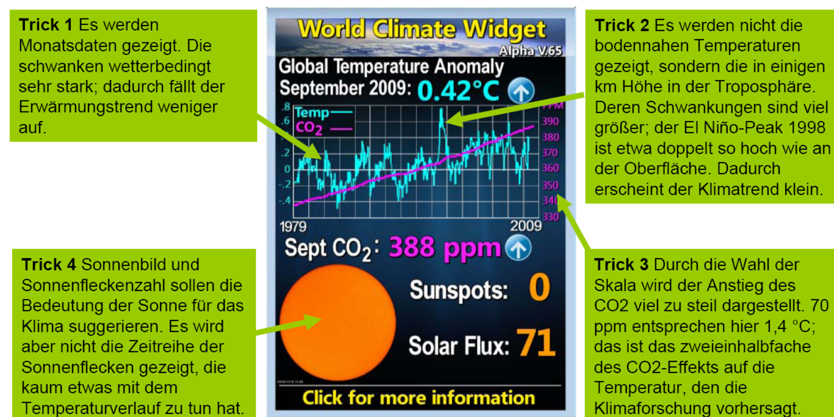


Abbildung 13**:** Beliebte Tricks von Klimaleugnern **(**Quelle: https://scilogs.spektrum.de/klimalounge/die-populaerste-trickgrafik-der-klimaskeptiker-vahrenholt/)

[i] Arrhenius, S. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 237-276 (1896)

[ii] Die Daten für die Graphik wurden aus den Parametern der Hitran Datenbank bestimmt. Die Graphik wurde der Website http://www.realclimate.org/index.php/archives/2007/06/a-saturated-gassy-argument-part-ii/ entnommen.

[iii] Stellungnahme der deutschen meteorologischen Gesellschaft 1999 (abrufbar https://lv-twk.oekosys.tu-berlin.de/project/lv-twk/images/pdfs/treibhauseffekt.pdf)

[iv] A. P. Ballantyne, C. B. Alden, J. B. Miller, P. P. Tans, J. W. White: Increase in observed net carbon dioxide uptake by land and oceans during the past 50 years. Nature. **488**, (2012) 70–72. doi:10.1038/nature11299.

[v] Schönwiese, Christian-Dietrich: Klimaänderungen - Daten, Analysen, Prognosen. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona Budapest: Springer, 1995; ISBN: 354059096X / 3-540-59096-X

[vi] Dansgaard et al. Science **166**, 377-380, 1969; DOI: 10.1126/science.166.3903.377

[vii] https://scilogs.spektrum.de/klimalounge/die-populaerste-trickgrafik-der-klimaskeptiker-vahrenholt/

[viii] Judith L. Lean and David H. Rind, How natural and anthropogenic influences alter global and regional surface temperatures: 1889 to 2006, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 35, L18701 (2008)